Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
(Abteilungsvorsteher: Professor Dr. Adolf Kröncke)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Klinisch-experimentelle Untersuchungen über den Spraynebel und dessen Beseitigung mit Hilfe eines Absauggeräts

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Kurt Zweigart
aus Stuttgart

1963

7640

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
(Abteilungsvorsteher: Professor Dr. Adolf Kröncke)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Klinisch-experimentelle Untersuchungen über den Spraynebel und dessen Beseitigung mit Hilfe eines Absauggeräts

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Kurt Zweigart
aus Stuttgart

1963

Dekan: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich
Referent: Professor Dr. A. Kröncke
Korreferent: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

MEINER FRAU

MEINEN ELTERN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547602_0026

INHALTSÜBERSICHT

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Literaturübersicht	5
III.	Untersuchungsmethoden	9
	a) Patienten	9
	b) Geräte und experimentelle Methoden	10
	c) Erfassung des Spraynebels	10
	d) Festlegung des Befeuchtungsgrades auf dem Testfilm	13
IV.	Versuchsergebnisse	15
V.	Diskussion der Ergebnisse	26
VI.	Zusammenfassung	34
VII.	Schrifttum	35

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Entwicklung der modernen hochtourigen Bohrmaschinen und Airotoren hat der Zahnheilkunde einen technischen Fortschritt gebracht. Trotz der bekanntgewordenen Möglichkeiten einer Gesundheitsgefährdung des Behandlers, welche die Anwendung der Turbine mit sich brachte, hat sie seit der Dentalausstellung in München 1956 ihren Einzug in die zahnärztlichen Praxen gehalten und möchte sicher nicht mehr gemißt werden. Von 12000 befragten Zahnärzten (Rundfrage der Ritter AG., Durlach) arbeiten heute in der Bundesrepublik Deutschland rund 48 % mit den Dentalturbinen. Doch sollten wir nicht, wie TSCHAMER (28) mahnt, "über die Begeisterung am Fortschritt, der ja nicht nur für unsere Patienten einen Vorteil, sondern auch für den Zahnarzt in mancher Hinsicht eine Arbeitserleichterung darstellt und weitere Möglichkeiten in der Behandlung eröffnet, die auch sicher vorhandenen negativen Seiten außer acht lassen".
Zu diesen realen Nachteilen gehören die eventuell auftretenden Gehörschädigungen, verursacht durch die durchdringenden Pfeifgeräusche der Airotoren. PARTSCH und EICHNER (25) haben diesbezügliche frequenzanalytische Untersuchungen durchgeführt. Neben dieser Gefahr einer möglichen, nach Jahren auftretenden gesundheitlichen Störung sehen ALBRECHT, RIETHE, v. WASIELEWSKI (1), TSCHAMER (28), HOLSTEIN (15) und andere die Hauptgefahr einer Gesundheitsschädigung in einer Infektionsmöglichkeit, die sowohl durch Tröpfcheninfektion (Turbine als "Keimschleuder" (MEYER (22)) - als auch durch Verletzungen möglich ist.

Die Anwendung der modernen hochtourigen Bohrmaschinen und Airotoren erfordert Kühlvorrichtungen, die einer Hitzeschädigung des Zahnes und besonders der Pulpa vorbeugen sollen.
Diese Notwendigkeit beweisen die Temperaturmessungen und histologischen Untersuchungen an mit dem Airotor präparierten Zähnen, die von verschiedenen Autoren durchgeführt wurden (DAUSCH (6), EICHNER (8), HOFMANN (16), KLOS und ROTTKE (17), MAEGLIN (20) und POLMAN-MOOY (26)). Das Kühlsystem bildet ein unter Druck ausgespritztes Wasser-Luftgemisch, welches dann in Sprayform am Winkelstückkopf austritt. Durch das Wasser, das einen idealen Wärmekonvektor darstellt, erreicht man gleichzeitig einen guten Reinigungseffekt. Die einzelnen kleinen Wassertröpfchen, deren Versprühung durch die unter Druck dazugemischte Luft bewirkt wird, werden gleichzeitig beschleunigt. Dadurch wird bereits bei geringster Wassermenge die Wärmekonvektion erheblich verstärkt im Vergleich zu einem soliden Wasserstrahl von äquivalenter Menge. So wird mit einem Minimum an

Wasser und Luft ein Maximum an Wirkung erreicht (BODENMÜLLER und CASTAGNOLA (4)).

Dieser unter Druck stehende, am Kopf des Winkelstückes austretende Spray wird durch den Anprall auf den rotierenden Bohrer, an die Kavitätenwand und die engere Umgebung zu einem feinen Nebel zerstäubt, "der zum Großteil, wie man leicht beobachten kann, kegelförmig aus der Mundhöhle wieder entweicht" TSCHAMER (28), und mit dem Luftstrom in den Raum geblasen wird.

Als sicheres Kennzeichen dafür sieht WILHELM (30) "den feinen mehligen Staub auf jedem Gegenstand im Sprechzimmer und in jeder Schublade". Gleichzeitig werden also neben dem wässrigen, öligen, speichel- und keimhaltigen Aerosol noch kleinere oder größere Hartsubstanzpartikel (Schmelz, Dentin, Füllungspartikel, kariöses Material sowie Bohrer- und Schleiferteilchen) aus dem Mund des Patienten zurückgeschleudert, wobei die Augen des Behandlers besonders gefährdet sind.
Der Hinweis von TSCHAMER (28), daß man beim Beschleifen von Schmelz oder beim Entfernen alter Füllungen sehr deutlich den wuchtigen Anprall der herausgeschleuderten Hartsubstanzpartikel in Form von nadelstichartigen Empfindungen auf der Gesichtshaut fühlen kann, legt die Gefahr der Augenverletzung nahe. Naturgemäß ist auch mit einer Infektionsmöglichkeit zu rechnen, weil die herausgeschleuderten Teilchen als keimbeladen aufgefaßt werden müssen. Nach ALBRECHT, RIETHE und v. WASIELEWSKI (2) besitzen etwa 80 % dieser Teilchen eine Größenordnung, die die Inhalation bis in die Lungenalveolen gestattet.
Die Autoren halten die Gefahr der Infektion besonders bei Verwendung der Spraykühlung für gegeben, während bei der Verwendung der nur mit Luftkühlung betriebenen Bohrer die Gefahr einer infektiösen Schädigung des Lungengewebes durch Inhalation natürlicher Zahnbestandteile in Staubform noch nicht gegeben sei.
ARNOLD (3), BRAUNS (5), FUHR (13), HENNICKE (14), LHOTSKY (19), WILHELM (30) und andere, sehen die realen Nachteile der Sprayanwendung ebenfalls in der Gefahr einer Tröpfcheninfektion durch Aspiration des Bohrstaub-Spraygemisches.
Wenn auch gesundheitliche Schädigungen nicht immer einwandfrei nachzuweisen sind, weil etwa der ursächliche Zusammenhang verschleiert bleibt, so sind doch in der Literatur bereits mehrere nachgewiesene gesundheitliche Störungen durch den Gebrauch des Airotors und der damit obligat verbundenen Sprayanwendung bekannt geworden.
Angefangen mit der Gefahr einer Bronchitis, auf die BRAUNS (5) hinweist, über eine massive Infektion an den Augenlidern mit multipler Abszessbildung,

wobei auch der Tränen-Nasengang in Mitleidenschaft gezogen wurde (WANNENMACHER (29)), bis zu einer schweren Sepsis (BESUCH n. pers. Mitt.), alle diese Erscheinungen stellen ernste Gesundheitsschäden dar, die auf den Spray des benutzten Airotors zurückgeführt werden.
Sämtliche Autoren, die sich mit der Frage der Infektionsmöglichkeit durch Bakterien aus dem Munde des Patienten beschäftigten, halten eine solche für gegeben, wenn auch die Gefahr unterschiedlich bewertet wird. Es wäre also leichtfertig, diese Gefahr nicht erkennen oder übersehen zu wollen.
Aus dieser Erkenntnis blieben die Mahner, die bessere Schutzmaßnahmen für die eigene Gesundheit forderten, nicht aus.
Der Hinweis von WILHELM (30), das Zeichen des Airotor-Bohrens sei der feine mehlige Staub auf jedem Gegenstand im Sprechzimmer, gewährleistet neben der Gefährdung der Gesundheit des Behandlers die notwendige Hygiene im zahnärztlichen Behandlungszimmer keinesfalls.
Dieser Autor, der die Turbine in ihrer heutigen Form sogar ablehnt, ist der Ansicht, daß "Turbinenbohren und chirurgische Behandlung einschließlich der Wurzelbehandlung in ein und demselben Raume aus hygienischen Gründen ein Kunstfehler sein könnte".
Es ist infolge der Versprühung des keimbeladenen Sprays einfach unmöglich, aseptische Bedingungen einzuhalten, deshalb wird von WILHELM (30) jede Spraykühlung abgelehnt, wenn die Behandlung nicht in einem separaten "Bohr-Zimmer" durchgeführt wird.
Es werden Schutzmaßnahmen in Form eines Gesichtsschleiers und einer Brille (MAYER (21)), intensives Lüften des Sprechzimmers, was durch die feine Verteilung von Öl in der Luft besonders erforderlich wird, wie auch häufigeres Wechseln der Arbeitskleidung und der Wäsche empfohlen (FUHR (12), MAYER (21)).
EICHNER (18) hat neben anderen Autoren (ALBRECHT, RIETHE, v. WASIELEWSKI (1,2)) bakteriologische Untersuchungen durchgeführt. Trotz des negativen Ergebnisses sieht er keinen Grund, der uns von der hygienischen Forderung entledigt, einen Mund-Nasenschutz wie im Operationssaal oder z. B. in schwedischen Volkszahnkliniken anzulegen zum Zweck der Abwehr einer evtl. schädlichen Aspiration abgeriebener Partikel.
MÜNCH (24) hält diese Maßnahme für ein hygienisches Postulat überhaupt für für jeglichen Kühlspray-Gebrauch, und nach LHOTSKY (19) ist die Vernachlässigung dieser Vorsichtsmaßnahme vom gesundheitlichen, hygienischen und ästhetischen Standpunkt nicht zu verantworten.
Neben dem üblichen Mund-Nasenschutz des Chirurgen wurden auch Schutzbrillen (z. B. Cardex) konstruiert, die entweder dem ganzen Gesicht oder wenigstens der Augen- und Nasengegend einen Schutz gegen Tröpfchenin-

fektion und gleichzeitig gegen das Eindringen von metallischen Fremdkörpern und anderer Hartsubstanzpartikel in die Augen bieten.

Als geeignet erwiesen sich auch die UV-Luftentkeimung und UV-Bestrahlung von Stoffen, die anderen Entkeimungsmaßnahmen nicht zugänglich sind (HENNICKE (14), LHOTSKY (19)). Vielleicht würde auch die Beimischung eines Desinfektionsmittels zur Kühlflüssigkeit mehr Sicherheit bieten (EICHNER (18)).

Wenn sich die erwähnten Maßnahmen zum Schutze der eigenen Gesundheit nur zum Teil durchgesetzt haben, sei es, weil diese Maßnahmen belächelt werden (EICHNER (9)), den Patienten beängstigen oder von ihm als "komisch" betrachtet werden (DRUM (7)), so darf dieser Umstand doch bei der Gefahr einer Augenschädigung und der Möglichkeit einer Infektion nicht bagatellisiert werden (ARNOLD (3).

Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn günstigere Schutzmaßnahmen, die nicht nur zur Verhütung von Gesundheitsschäden des Zahnarztes, sondern auch zur Wahrung hygienischer Bedingungen im Sprechzimmer gefordert und noch gesucht werden.

Die Industrie hat sich bemüht, Absauggeräte zum Schutz gegen die unhygienische Eigenschaft des aus dem Patientenmund reflektierenden Sprays zu konstruieren.

Ein solches Airotor-Nebelabsauggerät (Fa. DÜRR-DENTAL, Bietigheim) wurde zu den vorliegenden Untersuchungen angewandt, die einen weiteren Beitrag zur Klärung der Infektionsverhütungsmöglichkeit und Hygienisierung beim Airotor-Bohren liefern. Sie befassen sich mit der Ermittlung der Menge des aus dem Patientenmund zurückbrausenden Spraygemisches. Es soll festgestellt werden, ob bei Anwendung der Absaugvorrichtung noch Spray-Flüssigkeit das Gesicht des Behandlers treffen, beziehungsweise in den Raum versprüht werden kann.

II. LITERATURÜBERSICHT

Schon in den Jahren 1953 und 1954, also noch bevor die modernen Schnellaufgeräte und Turbinen Eingang in die Praxis fanden und die Sprayanwendung noch nicht unbedingt erforderlich war, haben ALBRECHT, RIETHE und v. WASIELEWSKI zwei Arbeiten veröffentlicht (1,2), die über bakteriologische Untersuchungen des Luftrückstoßes aus der Mundhöhle berichten. Anlaß zu diesen Untersuchungen war das Nondolor-Gerät, bei dem trotz der ca. 60 Liter Luft/min., die zu seinem Betrieb nötig sind, nur geringe Mengen von Bakterien aus der Mundhöhle des Patienten herausgeschleudert werden.
Durch das Filter-System des Nondolor-Apparates wird nämlich ein hoher Prozentsatz der mit der Luft angesaugten Keime zurückgehalten, sodaß der Luftrückstoß somit praktisch kaum in der Lage ist, die Atemluft des Behandlers zu infizieren. Wie für dieses Gerät, konnten die Autoren auch für den Luftbläser der Einheit feststellen, daß "praktisch keine Infektionsgefahr" bestehe.
Dem Luftrückstoß beim Arbeiten unter Spray- oder Wasserstrahlkühlung mußte jedoch eine "gewisse Infektionsgefahr unterstellt werden, sofern sich pathogene Mikroorganismen in der Mundhöhle befinden".
In gleicher Weise ist diese Gefahr auch schon beim Sprechen gegeben, wenn dabei bereits Speicheltröpfchen bis zu 2 Meter weit getragen werden können (beim Husten und Niesen ist der Streukegel noch bedeutend größer). In diesem Zusammenhang weist TSCHAMER (28) auf die reichhaltige Bakterienflora der Mundhöhle hin: Neben der variablen pathogenen und apathogenen Zusammensetzung der Keimflora können zusätzlich auch Erreger verschiedenster Infektionskrankheiten in der Mundhöhle fallweise vorkommen. Oder es könne sich etwa um Bazillenträger handeln, die selbst keinerlei Krankheitssymptome aufweisen, aber als Überträger in Frage kommen könnten. Gleicherweise müsse an die Übertragung einer Virusinfektion gedacht werden (Übertragung der Poliomyelitis epidemica, Influenza, Masern usw. durch Tröpfcheninfektion).

Bekanntlich wird beim Arbeiten mit dem Airotor ein wässriges, stark keimhaltiges Aerosol aus der Mundhöhle des Patienten zurückgeworfen und kann in den Atembereich des Zahnarztes gelangen, oder dieses eventuell mit virulenten Keimen beladene Aerosol trifft auf Arbeitstisch und sterile Instrumente und macht somit eine keimarme Arbeit illusorisch (WILHELM (30), ALBRECHT, RIETHE und v. WASIELEWSKI (1)). Eine Infektionsgefährdung allein durch Dentinteilchen ist nach ALBRECHT, RIETHE und v. WASIELEWSKI (2) als sehr gering zu erachten, wenn auch "80 % der Staubteilchen wegen ihrer geringen Größe bis in Lungenalveolen vordringen könnten".
RIETHE (27) beurteilt in einer späteren Untersuchung die Infektionsgefahr wesentlich höher. Beim Präparieren nur mit Luftkühlung erwartet er das An-

trocknen der Bakterien an der Schleimhaut, daß aber beim Arbeiten unter Spray-anwendung, Bakterien von den Schleimhäuten und aus den Schlupfwinkeln herausgewaschen und aus der Mundhöhle herausgeschleudert werden und dadurch eine eindeutige Infektionsgefahr für den Operateur besteht.
Mittels eines Moultongerätes wurde dieses Aerosol in Mundhöhlennähe abgesaugt und bakteriologisch untersucht. Unter den gefundenen außerordentlich hohen Keimzahlen wurden nicht nur ubiquitäre Bakterien gefunden.
Mit dem Konimeterverfahren konnten beim Airotor Teilchenkonzentrationen festgestellt werden, die um ein Vielfaches höher lagen, als bei der konventionellen Bohrmaschine (500 bis 1000 T/cm^3: 50 T/cm^3).
Der Autor folgert, daß diese hohen Konzentrationen eine weitere Infektionsmöglichkeit kennzeichnen (Infektionsgefahr auf den Bindehäuten der Augen, Schleimhäuten der Luftwege und sogar auf der Haut des Zahnarztes).
Auch wurde zur Bestimmung des beim Bohr- und Schleifprozeß anfallenden Feinstaubes ein kalibrierter Luftstrahl aus der Mundhöhle auf eine drehbare, mit Haftmittel versehene Objektscheibe geleitet, was gegenüber dem Anfall bei gewöhnlichem Bohren eine eindrucksvolle Dichte von herausgeschleuderten Partikeln zeigt.
Wie schon erwähnt, befaßte sich TSCHAMER (28) ebenfalls mit den Gefahren einer Gesundheitsschädigung des Zahnarztes. Seine Untersuchungen wurden durchgeführt um festzustellen, inwieweit durch die Inhalation des mit Bohrstaub vermischten Spraynebels die Möglichkeit einer Infektionsgefahr für den Behandler besteht. Der während der Behandlung auftretende Spraynebel wurde auf Nährböden aufgefangen, die zu diesem Zweck in den kegelförmig aus der Mündhöhle entweichenden Spraynebel gehalten wurden. Die Ergebnisse übertrafen die Erwartungen. In besonders hoher Konzentration waren die Keime der Mundhöhlenflora auf den nahe an die Mundhöhle des Patienten gehaltenen Platten zu finden, aber auch die übrigen zeigten immer reichen Bewuchs.

"Sofern sich pathogene Keime in der Mundhöhle befanden, und das ist relativ häufig der Fall, besteht durchaus Infektionsgefahr bzw. die Möglichkeit einer Übertragung ansteckender Krankheiten vom Patienten auf den Zahnarzt." Auch das Öl im Spraynebel bezeichnet der Verfasser als weitere Gefahrenquelle.

Da jedoch relativ wenige Fälle akuter Infektionen bekannt geworden sind, glaubt er dies auf eine "Stille Feiung" des Zahnarztes zurückführen zu können.
KAZANTZIS (ref. bei LENK und EICHNER (18)), sieht bei der Anwendung der Turbinen kein erhöhtes Risiko einer bakteriellen Infektion für den Behandler, da der menschliche Respirationstrakt Abwehrmechanismen (Hustenreflex-Nasenhöhle-Ausatmungsluft) besitze, die einen erheblichen Schutz gegen eingeatmete Partikel und Aerosole bieten.

Jedoch hält auch er die im Luftstrom vorhandene Ölkonzentration nicht für harmlos, wenn sie in die Lunge gelangt, wenn es auch bei Benutzung des Wassersprays zu einer erheblichen Reduzierung der Luftverunreinigung komme, weil Öl und feste Teile zusammengeballt werden, so daß damit auch die Sicherheit für Patient und Behandler wieder gegeben sei.

Die Untersuchungen von LENK und EICHNER (18) gelten in erster Linie der Feststellung, ob Bakterien aus den kariösen Prozessen der Zähne mit dem Luftrückstoß herausgerissen werden und damit beim hoch- und höchsttourigen Bohren und Schleifen eine erhöhte Infektionsgefahr gegeben ist. Zur Klärung dieser Frage wurden zwei Versuchsreihen unternommen. Bei der ersten Reihe handelt es sich um Versuche am Phantomkopf, der unter Versuchsbedingungen modifiziert wurde, so daß der Luftrückstoß in gleicher Weise wie aus der Mundhöhle erfolgen mußte.

Der in die Füllungen eingebrachte Testkeim serratia marcescens konnte nur im Wiederholungsversuch auf 2 von 72 verwendeten Nähragarplatten wiedergefunden werden.

EICHNER gibt dafür folgende Erklärung:

1. "Die Hitzeentwicklung im Augenblick des Abriebs ist so hoch, daß die Bakterien in der festen Substanz zugrunde gehen.
2. Die hochfrequenten Erschütterungen vernichten die Bakterienzelle sofort oder
3. das Bakterium wird durch Zerspannung zerkleinert."

Die erste Erklärung wird infolge der hohen Reibungswärme beim hochtourigen Bohren als wahrscheinlichste Ursache für die Keimabtötung gehalten. Eine Infektionsgefahr für den Zahnarzt durch Bohrspäne allein wird deshalb abgelehnt.

Die zweite Versuchsreihe wurde am Patienten durchgeführt und zeigte entgegen der ersten, daß bei Anwendung des zur Kühlung notwendigen Sprays doch sehr viele Keime aus der Mundhöhle herausgeschleudert werden. Wenn es sich auch hauptsächlich um saprophytische Mundbakterien handelte, so konnte doch in drei Fällen der Nachweis pyogener Streptokokken und Pneumokokken erbracht werden, was die Möglichkeit der Versprühung pathogener Bakterien unterstreicht und keineswegs ausgeschlossen erscheinen läßt. Dies sei bei hoch- und höchsttourigem Bohren und Schleifen aber nicht häufiger der Fall als beim normaltourigen, "weil die beim erstgenannten Arbeitsvorgang wesentlich höhere Temperatur eine Vernichtung der in der Zahnsubstanz vorhandenen Bakterien in hohem Maße gegeben ist". Im Rahmen der Untersuchungen einer Infektionsgefahr, die durch die zwangsläufige Inhalation des zur Kühlung des Zahnes dienenden Spraynebels anzunehmen ist, wird außer der Tröpfcheninfektion auch die Infektionsmöglichkeit durch Verletzungen erwogen.

Die häufigste Gefahr für den Zahnarzt stellt nach HOLSTEIN (15) die Infektion durch Eitererreger dar, die nicht selten die Mundhöhle besiedeln und durch Verletzungen beim Bohren, Schleifen, Sondieren usw. eine Eintrittspforte finden.

"Bei den Infektionen durch Verletzungen besteht, wenn auch heute wohl sehr selten geworden, die Gefahr der Übertragung einer Lues, sofern übertragungsfähige luetische Affektionen in der Mundhöhle, mitunter unbemerkt, vorhanden sind. Das gleiche gilt für die Übertragung eines tuberkulösen Infektes" (TSCHAMER (28)).
Etwa 35 % der luetischen Affektionen sollen ihren Sitz in der Mundhöhle haben. Bevorzugt betroffen sind vom Primäraffekt Lippen, Tonsillen, gelegentlich auch der vordere Zungenabschnitt und am Zahnfleisch die Umgebung der oberen Schneidezähne.
Die Schleimhautpapeln (Plaques muqueuses) des zweiten Stadiums der Lues sind als Hauptüberträger zu werten (oberflächl. Sitz, große Schleimhautdurchlässigkeit).
Auch die Tertiärsymptome treten zu etwa 25 % im Bereich der Mund- und Rachenhöhle in Erscheinung (WOLFF (31)). Auch er weist eindringlich auf die Gefahr der Selbstinfektion durch TBC hin; die Übertragung wird in erster Linie durch die Tröpfcheninfektion angenommen.
Als gefährlich sieht TSCHAMER (28) auch die Infektionsmöglichkeiten nach Augenverletzungen an, die schon durch Zahnsplitter bei Zahnextraktionen, durch Zahnsteinteilchen bei der Entfernung und durch Teilchen bei der Ausarbeitung von Kunststoff- oder Metallwerkstücken usw. hervorgerufen werden können. Sie vor Verletzungen oder Infektion zu schützen, erscheint unbedingt notwendig.

III. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

a) Patienten

Die vorliegende Untersuchung wurde an Patienten, Studenten und Angehörigen der Universitätszahnklinik Tübingen vorgenommen.
Die Gesamtzahl der Versuche betrug 100, wobei auf einen "Patienten" durchschnittlich 5 Versuche entfielen.
Dabei wurden sämtliche praktisch in Betracht kommenden Arbeitsstellungen berücksichtigt und nach dem folgenden Schema verfahren, aus dem die experimentellen Ergebnisse ermittelt wurden:

Name : Vorname :

Testfilm Nr.

Imperator-Schleifer - Airotor - D & Z - Winkelstück
+ Spraymatic

Spray : schwach - mittel - stark

Versuchsdauer : . . . . sec.

mit - ohne Absaugung

Präparationsgebiet :

OK - UK

Front - Prämolaren - Molaren
links - rechts - zentral - buccal - lingual - palatinal - approximal

Direkter Abstand von der Mundhöhle (Lippen) . . . . . cm
links - rechts - oben - unten (vor d. Munde)

Vor dem Nasen-Mundgebiet des Behandlers . . . . .
(ca. Arbeitsabstand . . . . . cm)

Ergebnisse :

a) Testfilm : Spritzer : keine-wenig-mittel-viel-klein-groß

b) Geräte und experimentelle Methoden

Die Versuche wurden mit Turbinengeräten der Firmen Kaltenbach & Voigt und Siemens durchgeführt. Zur Absaugung des Spraynebels wurde das Airotor-Nebelabsaugegerät der Firma Dürr verwendet.

Durch die Absaugleistung von ca. 400 Liter/min (FUHR (13)) eines Kreiselverdichteraggregats wird das anfallende Wasser des Kühlsprays, Speichel, Hartsubstanzpartikelchen und dergleichen abgesaugt.

Über einen Saugschlauch gelangt das abgesaugte Material in ein Sekretglas, welches im Gerät untergebracht ist.

Die festen Partikel werden in einem am Flaschenteller angebrachten Filter zurückgehalten. Verschiedene Ansatzstücke (Kanülen) werden am Schlauchende zum Absaugen aufgesteckt. Außer diesen verschieden geformten Kanülen kann ein Mundspiegel, über den die Absaugung möglich ist, sowie ein am Mundteil perforierter Nebel-Speichelsauger, der bei Präparationen im Unterkiefer-Frontzahn- und Pramolarenbereich Anwendung findet, aufgesteckt werden.

Es wurden jeweils an einem Patienten derselbe Versuch unter gleichen Bedingungen zweimal durchgeführt, einmal mit- und einmal ohne Absaugung des Spraynebels. Stand bei dem Versuch, bei dem die Nebelabsaugung angewandt wurde, keine Assistenz zur Verfügung, so wurde der Saugschlauch durch eine allseitig verstellbare, an der Kopfstütze befestigte Schlauchhalterung gehalten. Die Kanüle konnte dadurch im Mund des Patienten in jede gewünschte Stellung gebracht werden (vgl. Abb. 1). Wurde mit dem Absaugespiegel oder mit dem Nebel-Speichelsauger gearbeitet, erübrigte sich diese Hilfsmaßnahme.

Bei den Versuchen ohne Nebelabsaugung wurde der konventionelle Speichelsauger der Einheit benutzt.

c) Erfassung des Spray-Nebels

Die Schwierigkeit der Methodik lag in der Darstellung bzw. in der experimentellen Erfassung der beim Airotor-Bohren aus der Mundhöhle des Patienten zurückgeschleuderten Flüssigkeitsmenge.

Als geeignetste und den Gegebenheiten am besten entsprechende Methode erschien uns, den während der Behandlung aus der Mundhöhle des Patienten entweichenden Spraynebel jeweils auf einem geschwärzten, trockenen Negativfilm in der Größe 25x5[illegible] mm aufzufangen; dieser wurde in definiertem Abstand (1[illegible] cm) und variierender Richtung vor dem geöffneten Munde des Patienten angebracht (vgl. Abb. 1). Dadurch wurde ein der Größe des Testfilms ent-

sprechender Ausschnitt des Streukegels des aus dem Patientenmund entweichenden Spraynebels erfaßt. Für die Dauer vergleichbarer Zeiten (30, 60, 120 Sekunden) wurde dieser Film freigegeben, sodaß sich die ihn treffenden Tröpfchen auf ihm niederschlagen und die Gelatineschicht aufweichen konnten.
Anschließend wurde Talkum mit Hilfe eines am Lufthandstück der Einheit angebrachten Pulverbläsers über den Testfilm geblasen, das an den befeuchteten Stellen festhaftete und auch nach der Trocknung des Filmes Zahl und Größe der Tropfen erkennen ließ (vgl. Abb. 3 und 4).
Daraufhin wurde der Testfilm auf das Befundschema (s. oben) geklebt, auf dem der Name des Patienten, die Spraystärke (schwach, mittel, stark), die Versuchsdauer (30, 60, 90, 120 sec.), mit oder ohne Absaugung, Präparationsgebiet, direkter Abstand und Richtung des Testfilms von der Mundhöhle des Patienten vorgezeichnet waren.
Darunter wurden die Ergebnisse des betreffenden Versuchs eingetragen. Nach diesen beschriebenen Maßnahmen erfolgte die Behandlung des Patienten.
Die nachstehenden Abbildungen mögen die Versuchsanordnung veranschaulichen.

Abb. 1: Versuchsanordnung mit fixiertem Absaugschlauch und rechts seitlich vor der Mundhöhle angebrachtem Testfilm.

Abb. 2: Versuchsanordnung bei Präparation im rechten Unterkiefer, wobei der Saugschlauch durch eine Hilfsperson gehalten wird.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Testfilm vor und nach einer Präparation.

Abb. 3: Testfilm vor der Präparation

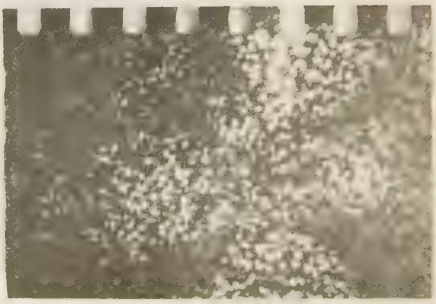

Abb. 4: Testfilm nach 30 sec. Präparation ohne Absaugung im Frontzahngebiet des Oberkiefers (Befeuchtungsgrad 3)

d) Festlegung des Befeuchtungsgrades auf dem Testfilm

Befaßt man sich mit den Größen und Einheiten in der Physik, so stellt man schnell fest, daß ihre Festlegung oft sehr willkürlich geschah. So steht zum Beispiel die Härte der Stoffe in einem gewissen Zusammenhang mit ihrem Verhalten bei überelastischer Beanspruchung. Sie entzieht sich einer genauen Definition, und zu ihrer Angabe dient eine willkürliche Härteskala, die durch eine Folge von Stoffen dargestellt wird, deren jeden man mit dem nachfolgenden ritzen kann (Mohs' - Härteskala). Ebenso hat Brinell sein Kugeldruckverfahren willkürlich festgelegt, indem eine gehärtete Stahlkugel von bestimmtem Durchmesser hydraulisch oder durch Schraubenpresse in eine glatte Fläche des Versuchsobjekts eines Metalls oder einer Legierung eingedrückt wird. Die Belastung muß stoßfrei 15 Minuten ansteigen und 30 Sekunden mit ihrem Höchstwert wirken. Die Brinellhärte ergibt sich dann aus dem Quotienten von Drucklast und Kalottenoberfläche des Kegeleindrucks. Rockwell entwickelte sein Verfahren zur Härtebestimmung indem er eine Diamantspitze mit 120 Grad Kegelwinkel in den zu untersuchenden Körper eindringen läßt. Der Kegel wird anfänglich einer Belastung von 10 kg ausgesetzt, die dann auf 150 kg gesteigert wird.

Die Tiefung, die sich nach der Entfernung der Hauptlast ergibt, gilt dann als Rockwell-Härtezahl.

Aber nicht nur bei der Festlegung verschiedener Härteskalen beobachtet man ein willkürliches Verhalten; so wurde zum Beispiel die Lichtstärke so festgelegt, daß die durch die Hefner-Kerze festgelegte Einheit der Lichtstärke, die Lichtstärke einer mit Amylacetat gespeisten Dochtflamme von 8 mm Dochtdurchmesser und 40 mm Flammenhöhe ist.

Weit mehr noch als die Festlegung der Härteskalen, Maße der Lichtstärke usw., zeigen andere Größenbestimmungen willkürlichen Charakter bzw. waren vom Zufall abhängig. Man denke etwa an die Temperaturskala, die nach Celsius in 100, nach Réaumur in 80 und nach Fahrenheit in 180 Teile unterteilt ist, bezogen auf den Gefrierpunkt (0^{o}C, 0^{o}R, 32^{o}F) und Siedepunkt (100^{o}C, 80^{o}R, 212^{o}F) des Wassers bei einem Luftdruck von 760 mm Hg.

Besonders bei Fahrenheit ist die Willkür bzw. Zufälligkeit der Skalenunterteilung deutlich. Der Anlaß, daß der Beginn seiner Skala gerade bei 32^{o} liegt, soll die niedrigste, in seiner ostpreußischen Heimat gemessene Temperatur gewesen sein.

So haben wir, da man ja für den Befeuchtungsgrad auf einer Fläche keine Größe kennt, und da die einzelnen kleinsten Spritzer des zurückgeworfenen Spray-Speichelgemischs auf dem Testfilm schwierig auszuzählen sind, eine zunächst subjektive Einordnung getroffen.

Die Auswertung der Versuche wurde durch eine Einstufung der Spritzermenge in: "keine, wenig, mittel, viel" vorgenommen und diese Einteilung wiederum mit dem Befeuchtungsgrad 0, 1, 2, 3 gleichgesetzt, sodaß auf diese Weise also vier Befeuchtungsgrade unterschieden werden konnten, Zwischenstufen sind in Bruchteilen davon (0,2; 0,5 . . .) angegeben. Eventuell noch vorhandene große Spritzer wurden durch Punkte (●) gesondert vermerkt (vgl. Abb. 9-14).

Dabei bedeutet 1 Punkt (●) - wenig,
2 Punkte (● ●) - mehrere,
3 Punkte (● ● ●) - viele große Spritzer

Die nachstehenden Abbildungen mögen die gewählten Befeuchtungsgrade durch den Spraynebel veranschaulichen.

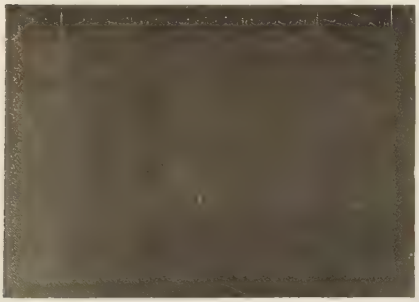

Abb. 5: Befeuchtungsgrad 0

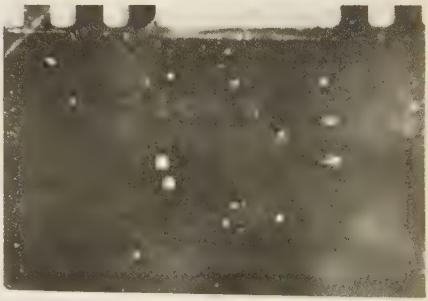

Abb. 6: Befeuchtungsgrad 1

Abb. 7: Befeuchtungsgrad 2

Abb. 8: Befeuchtungsgrad 3

IV. VERSUCHSERGEBNISSE

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle und in den graphischen Darstellungen auszugsweise aufgeführt.
Die Wiedergabe aller 100 durchgeführten Versuche erübrigt sich, weil sich die Befunde in typischer Weise wiederholen.

Erläuterungen
Der Abstand des Testfilms von der Mundhöhle des Patienten (Mittellinie) ist in allen Fällen auf 10 cm festgelegt, die Spraystärke auf "mittelstark". Es bedarf keiner Erklärung, daß bei größerer Entfernung weniger Sprayflüssigkeit den Testfilm treffen und bei starkem Spray wesentlich mehr anfallen mußte, als bei mittelstarkem oder gar schwachem. Ebenfalls einleuchtend ist, daß bei einer Versuchsdauer von beispielsweise 60 sec. die doppelte Spraymenge anfällt als in der halben Versuchszeit und somit der doppelte Befeuchtungsgrad festzustellen ist falls nicht abgesaugt wird.
Diese Tatsache findet ihren Ausdruck in den gestrichelten Linien der graphischen Darstellungen (vgl. Abb. 9-14).
Bei Versuchen mit wesentlich größerem Abstand des Testfilms (30 cm und mehr) konnte falls nicht abgesaugt wurde der versprühte Spraynebel auf dem Testfilm nicht mehr sichtbar gemacht werden.
Bei dieser Entfernung fehlt die nötige Vehemenz des Anpralls und man kann während des Versuchs nur noch ein "Schweben" des feinsten Spraynebels beobachten.

Die nachfolgende Tabelle möge die Befeuchtungsgrade nach Präparationen in allen vier Quadranten des Kauorgans in Abhängigkeit unterschiedlicher Lage des Testfilms veranschaulichen.

Präparationsgebiet		ohne Absaugung Versuch Nr.	Dauer	Befeuchtg.	mit Absaugung Versuch Nr.	Dauer	Befeuchtg.
Frontzahnbereich	OK labial	4	30"	3	3	60"	0,5
	UK labial	84	60"	3	83	180"	0
	OK palatinal	94	30"	3	93	120"	0
	UK lingual	18	30"	2	17	90"	0
Prämolarenbereich links	OK buccal	42	60"	1,5	41	60"	0
	OK palatinal	8	30"	2	7	60"	0
	UK zentral	48	30"	0,25	47	60"	0
	UK lingual	70	30"	2	69	120"	0
Prämolarenbereich rechts	OK buccal	30	60"	2	29	90"	0
	OK zentral	80	120"	1,5	79	180"	0,5
	UK buccal	24	30"	1	23	120"	0
	UK lingual	36	30"	0,25	35	90"	0
Molarenbereich links	OK palatinal	10	30"	1	9	90"	0
	UK zentral	50	60"	0,5	49	120"	0
Molarenbereich rechts	OK palatinal	14	30"	0,5	13	60"	0
	OK buccal	44	60"	0	43	120"	0
	UK buccal	32	60"	1	31	90"	0
	UK zentral	89	60"	2	88	60"	0

Tabelle 1: Typische Befeuchtungsgrade der Testfilme in Abhängigkeit von der Versuchsdauer und vom Präparationsgebiet. Die linke Spalte gibt die Ergebnisse ohne Absaugung des Spraynebels, die rechte Seite der Tabelle diejenigen mit Absaugung in jeweils gleicher Arbeitssituation wieder.

Die folgenden graphischen Darstellungen veranschaulichen die Abhängigkeit des Befeuchtungsgrades vom Präparationsgebiet, von der Versuchsdauer und von der Filmplacierung.

Erläuterungen

Säulen mit ausgezogener Linie über dem jeweiligen Präparationsgebiet
$\hat{=}$ 30 sec. Versuchsdauer

Säulen mit gestrichelter Linie $\hat{=}$ über 30 sec. Versuchsdauer

Außerdem ist eine Versuchszeit über 30 sec. durch die neben der Versuchsnummer in Klammer stehende Zahl (z.B. (60")) zusätzlich gekennzeichnet.

Markierung auf der Grundlinie $\hat{=}$ Befeuchtungsgrad 0 (durch Spraynebel)
10 mm Säulenlänge $\hat{=}$ Befeuchtungsgrad 1
1 Punkt (●) $\hat{=}$ wenig große Spritzer
2 Punkte (● ●) $\hat{=}$ mehrere große Spritzer
3 Punkte (● ● ●) $\hat{=}$ viele große Spritzer

Die Filmlage (rechts, links, oben, unten und vor dem Munde des Patienten) zum zugehörigen Versuch ist durch die Versuchsnummer angezeigt.

Linke Säule eines Versuchspaares $\hat{=}$ Befeuchtungsgrad ohne Absaugung
Rechte Säule $\hat{=}$ Befeuchtungsgrad mit Absaugung

a	=	approximal	li	=	lingual
b	=	buccal	p	=	palatinal
l	=	labial	z	=	zentral

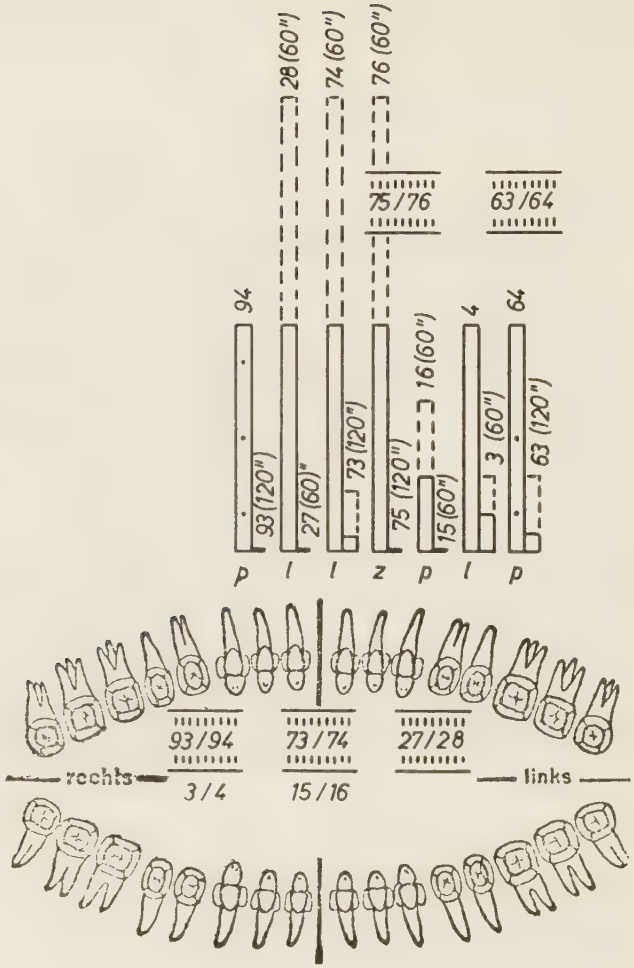

Abb. 9: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade ohne Absaugung (linke Säule) und mit Absaugung des Spraynebels (rechte Säule) bei Präparationen im Frontzahnbereich des Oberkiefers. Die unterschiedliche Situation der Testfilme ist mit den entsprechenden Versuchsnummern auf diesem Schema angedeutet.
(Weitere Erläuterungen zusammengefaßt im Text S. 17)

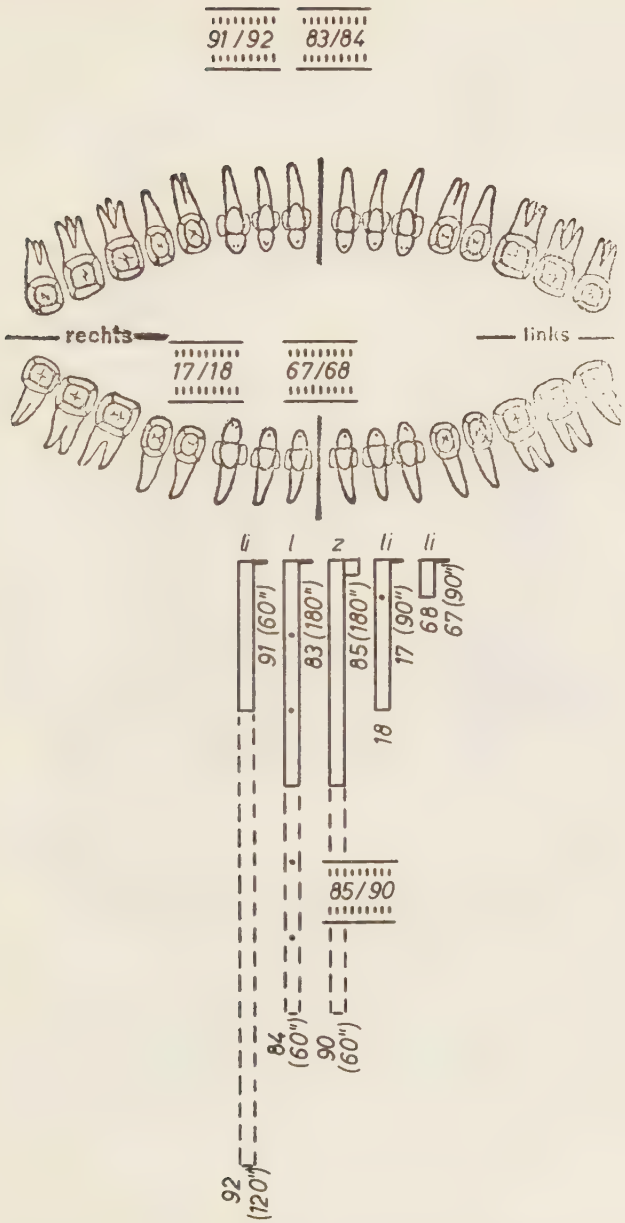

Abb. 10: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade bei Präparationen im Frontzahnbereich des Unterkiefers.
(Weitere Erläuterungen siehe Abb. 9 und im Text S. 17)

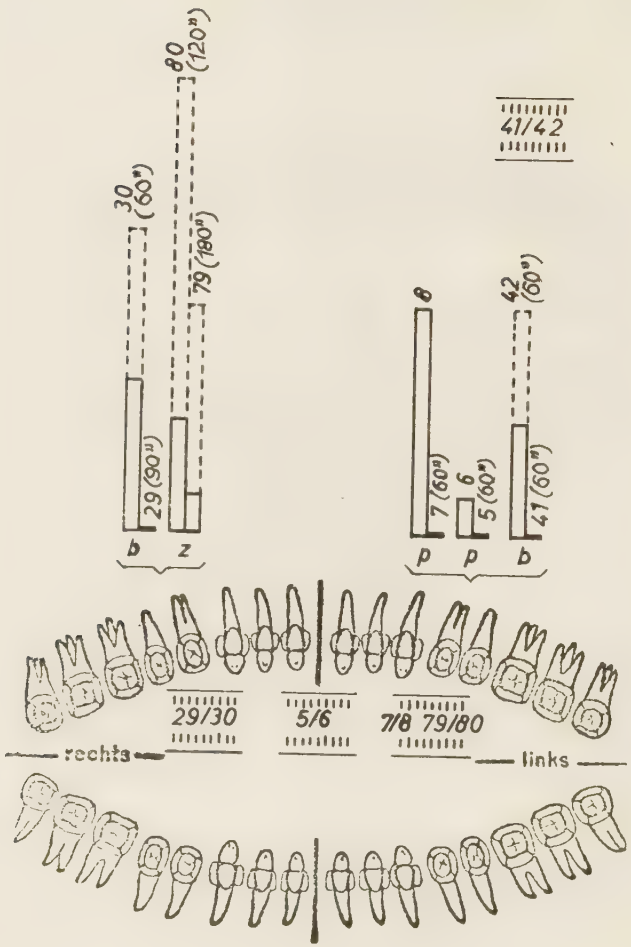

Abb. 11: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade bei Präparationen im Prämolarenbereich des Oberkiefers.
(Weitere Erläuterungen siehe Abb. 9 und im Text S. 17)

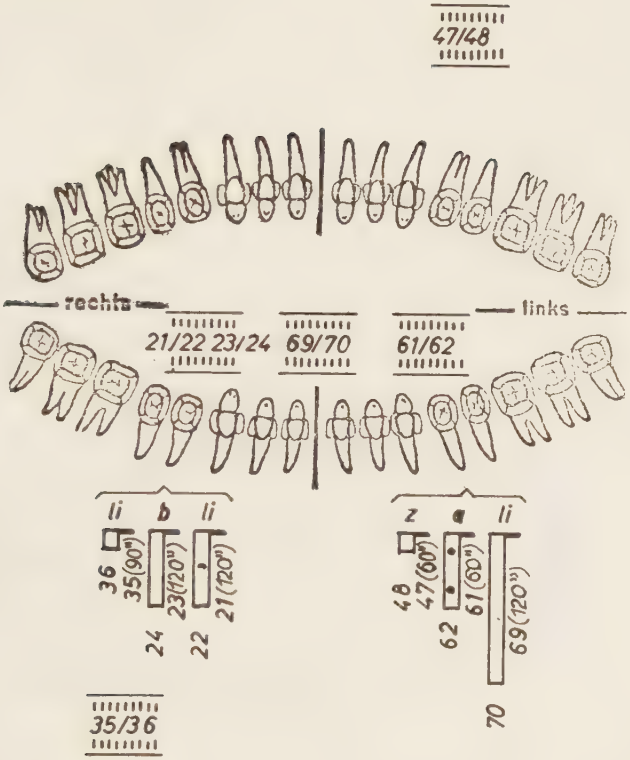

Abb. 12: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade bei Präparationen im Prämolarenbereich des Unterkiefers.
(Weitere Erläuterungen siehe Abb. 9 und im Text S. 17)

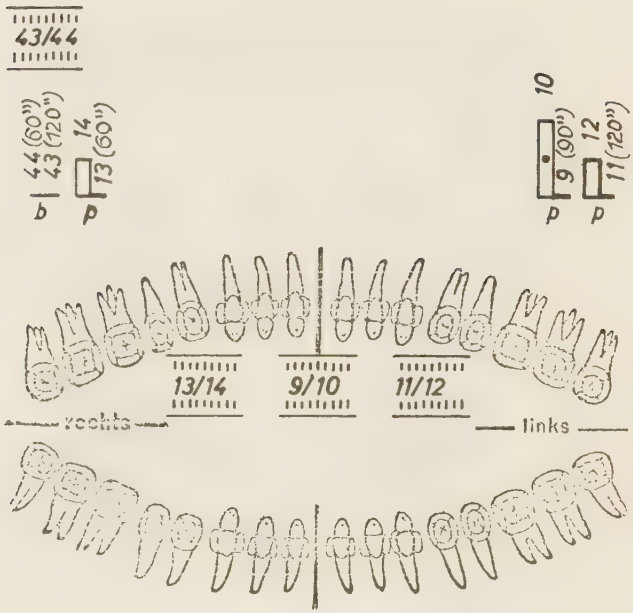

Abb. 13: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade bei Präparationen im Molarenbereich des Oberkiefers.
(Weitere Erläuterungen siehe Abb. 9 und im Text S. 17)

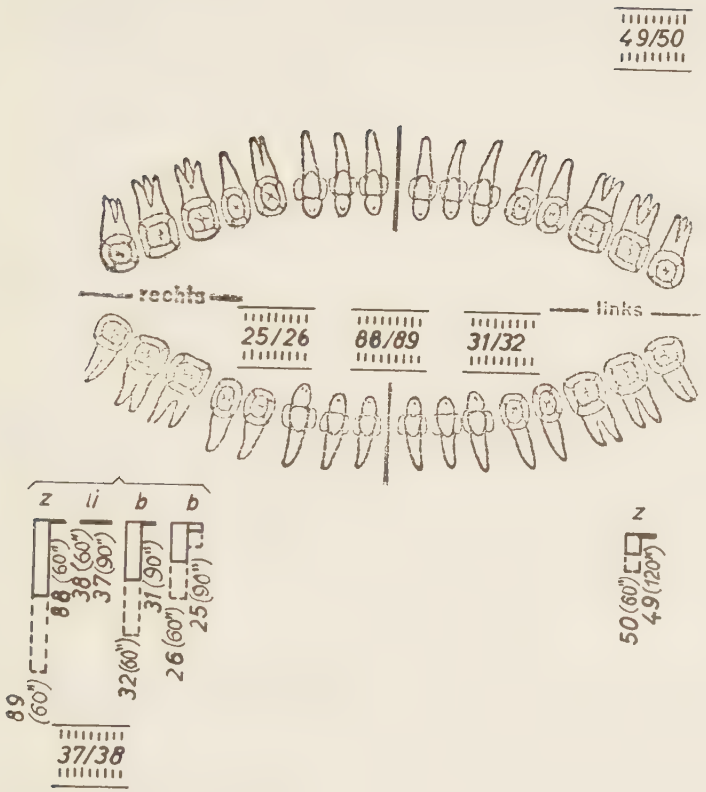

Abb. 14: Graphische Darstellung der Befeuchtungsgrade bei Präparationen im Molarenbereich des Unterkiefers.
(Weitere Erläuterungen siehe Abb. 9 und im Text S. 17)

Aus der Tabelle und den graphischen Darstellungen geht folgendes hervor:
Bei Präparationen im Frontzahngebiet des Ober- und Unterkiefers ist die Befeuchtung der Testfilme durch den zurückprallenden Spraynebel am größten, wenn dieser nicht abgesaugt wird.
Dabei ist die Lage der Kavität bzw. die Richtung des primär aus dem Turbinenkopf austretenden Spraystrahls ohne weiteren Einfluß auf den stets maximalen Befeuchtungsgrad des Testfilms.
Wird im Prämolarengebiet präpariert, so ist das in der gleichen Zeiteinheit aus der Mundhöhle des Patienten entweichende Luft-Flüssigkeitsgemisch in der Regel nicht mehr so groß und beim Arbeiten im Molarengebiet wird dieses Aerosol mengenmäßig noch geringer. Nach den durchschnittlichen Befeuchtungsgraden der Testfilme beurteilt nimmt die Intensität des zurückprallenden Spraynebels vom Frontzahngebiet über die Prämolaren zu den Molaren hin etwa im Verhältnis 3:2:1 ab.
Je weiter distal präpariert wird, um so mehr Spraynebeltröpfchen werden in der Mundhöhle gefangen und schließlich mit dem konventionellen Speichelsauger entfernt. Im Gegensatz zu den Behandlungen im Frontzahngebiet ist im Molarenbereich auch die Richtung des primären Spraystrahles von ausschlaggebender Bedeutung für die Menge des reflektierten Aerosols, wie die Auswahl der in der Tabelle und in den graphischen Darstellungen aufgeführten Beobachtungen deutlich macht.

Präparationen auf der linken oder rechten Gebißseite zeigen keine regelmäßigen Unterschiede. Dagegen wurden bei Behandlungen im Prämolaren- und Molarenbereich des Oberkiefers sehr häufig höhere Befeuchtungsgrade als beim Präparieren im Unterkiefer gefunden.
Unsere Versuche, den Spraynebel bereits in der Mundhöhle mit dem Nebelabsauggerät aufzufangen und zu beseitigen, waren in der weitaus größten Zahl aller Experimente erfolgreich. Nur in 6 von insgesamt 50 Prüfungen mit Absaugung des Spraynebels war nach verdoppelter oder verdreifachter Versuchszeit ein sehr geringer Befeuchtungsgrad des jeweiligen Testfilms bis zum Grade 0,5 nachweisbar. Im allgemeinen handelte es sich hier um vereinzelte Tröpfchen, die von Zeit zu Zeit bei Bewegungen des Airotor-Winkelstückes aus der Mundhöhle herausgeschleudert wurden, nicht jedoch um den sonst gewohnten kontinuierlich auf den Film auftreffenden Spraynebel.
Diese Feststellung betrifft im Frontzahnbereich die Versuche

Nr. 3 - Befeuchtungsgrad 0,5
Nr. 63 - Befeuchtungsgrad 0,25
Nr. 73 - Befeuchtungsgrad 0,2
Nr. 85 - Befeuchtungsgrad 0,2

Im Prämolarenbereich stellt diesen Ausnahmefall der Versuch Nr. 79 dar, bei dem der Befeuchtungsgrad 0,5 festzustellen ist.
Im Molarenbereich zeigt sich ebenfalls ein einziger Versuch als Ausnahme (Nr. 25 - Befeuchtungsgrad 0,1).

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Nachdem die Turbine heute selbst für kieferchirurgische Eingriffe (ZIMMERMANN (32)) vorgeschlagen und häufig bei zahnärztlichen Präparationen angewandt wird, wurden berechtigterweise mahnende Stimmen bezüglich ihrer Unzulänglichkeit laut.
Neben eventuell möglichen Gehörschädigungen durch das Pfeiffgeräusch der Turbine bedingt, wird am häufigsten auf die Gefahr einer Infektionsmöglichkeit des Behandlers durch die zur Kühlung obligate Sprayanwendung (die schon bei 5000 U/min. angezeigt ist) hingewiesen.
Gleichzeitig wird auf die Gefahr einer Hitzeschädigung des Zahnes bzw. der Pulpa aufmerksam gemacht, die durch den von MÜHLEMANN und RATEITSCHAK (23) geprägten Ausdruck "Airotor-Pulpen", besonders hervorgehoben wird.
Nach den beiden Autoren darf die Turbine unter keinen Umständen nur mit der Luftkühlung benützt werden. Das Arbeiten mit einer einwandfrei arbeitenden Wasserkühlung, auch bei schlechten Sichtverhältnissen, wird zur absoluten Notwendigkeit erhoben.
Diese Notwendigkeit bestätigen vor allem die histologischen Untersuchungen von DAUSCH (6) und EICHNER (8, 10).
Anhand histologischer Bilder einer größeren Versuchsreihe beweist DAUSCH (6) die Notwendigkeit der dauernden Berieselung mit wenigstens körperwarmem Wasser, also ca. 37°C, "um jeden thermischen Reiz auszuschalten". In seinen histologischen Bildern, die von einem Zahn nach dem Beschleifen mit Diamantkörpern ohne Wasserberieselung gewonnen wurden, erkennt DAUSCH als wesentliche histo-pathologische Zeichen "kleinere und größere Hämorraghien in der Pulpa im Bereich der bearbeiteten Dentinzone, beginnende oder vorhandene sero-fibrinöse Durchtränkung im kavitätennahen Pulpenbezirk, frische Vakuolenbildung im Bezirk der Odontoblastenzone und - in ausgeprägten Fällen - thermische Nekrose in der Peripherie der Pulpenhörner".
Der Befund an den unter Wasserberieselung mit Diamantschleifkörpern behandelten Zähnen ist wesentlich günstiger. Hier kann man keine groben Abweichungen von einem normalen Pulpenbefund feststellen. Die angeführten histopathologischen Zeichen der trocken durchgeführten Kavitätenpräparation sollen die absolute Notwendigkeit eines Kühlsystems unter Beweis stellen.
Auch EICHNER's (8) histologische Untersuchungen, die ähnliche Ergebnisse zeigten, und wo bei einem 48 Stunden nach der Bearbeitung entfernten Zahn sogar ein Abszess im Pulpenhorn entstanden sein soll, bestätigen die Forderung einer Sprayanwendung.

Ohne aber das sogenannte Wärmeproblem der hohen und höchsten Drehzahlen bagatellisieren zu wollen, kann auf Grund der Untersuchungen von EICHNER (10), KLOS und ROTTKE (17), HOFMANN (16) und anderen gesagt werden, "daß die Kühlung der Präparationsstelle mit Wasserstrahlen oder Spray ausreichend gelingt" (EICHNER (10)).
Der Autor ist der Ansicht, daß nach einigen Jahren intensiven Bemühens an verschiedenen Stellen das "Wärmeproblem" seine Problematik verliert.

Wie bereits erwähnt wurde, besteht für den Bchandler bei der Anwendung des Airotors die Gefahr in einer Infektionsmöglichkeit, welche zwar sämtliche Autoren, die sich mit diesem Thema befaßt haben, für gegeben halten, jedoch unterschiedlich bewerten.
RIETHE (27) hat bei seinen am Patienten durchgeführten Untersuchungen eine Bakterienstreuung beschrieben, während LENK und EICHNER (18) diese in ihren Untersuchungen nicht beobachtet haben.
Sie stellten nämlich einen Modellversuch an bei dem ein leicht identifizierbarer Testkeim (Serratia marcescens = Prodigiosus-Keim) auf vorgehaltenen Blutagarplatten wiedergefunden werden sollte. Da nun auf diesen Platten aber keine Testkeime angewachsen sind, wäre der Schluß zulässig, daß mit dem Airotor aufgebohrtes Füllungsmaterial nicht infektiös ist.
Da nun RIETHE (27), wie auch TSCHAMER (28) bei ihren Versuchen am Patienten die in der Mundhöhle vorkommenden Bakterien (z. B. Staphylococcus albus, vergrünende Streptokokken, Sarcinen, Sporenbildner usw.) aufgefangen haben, würde die Interpretation beider Untersuchungen lauten: Das ausgebohrte Füllungsmaterial ist nicht infektiös, wohl aber die durch den Luftrückstoß aus der Mundhöhle mitgerissenen Spraytröpfchen, die mit in der Mundhöhle vorkommenden Bakterien beladen sind. Die Untersuchungen von RIETHE zeigten außerordentlich große Mengen an Keimen die, wie er nachweisen konnte, aus dem Mund des Patienten herausgeschleudert werden.
EICHNER wollte dagegen eine bestimmte Keimgruppe (Prodigiosus-Keime) beim Ausbohren der "beimpften" Gipsfüllungen wiederfinden, was wohl sehr schwierig war.
Die bei der Behandlung von Patienten ermittelten Ergebnisse der 2. Versuchsreihe von LENK und EICHNER (18) stehen denen der anderen Autoren (RIETHE (27), TSCHAMER (28)) wieder sehr nahe. Sie fanden ebenfalls, daß es sich bei diesen Keimen (was auch die Phantomversuche bewiesen) nicht um Keime etwa aus dem kariösen Material stammend, sondern um Bakterien der Mundhöhle handelt, "worunter natürlich unter Umständen pathogene Keime sein können, z. B. Staph. aureus, Strept. pyogenes, Corynebacterium diphteriae, Mycobacterium tuburculosis, Actinomyces u.a.m.". Die Autoren sind aber

der Meinung, daß die Infektionsgefahr durch mitgerissene Keime der Mundhöhle nicht überschätzt werden darf und wahrscheinlich nicht sehr groß sei.

Schließlich verfüge auch der Körper des behandelnden Zahnarztes über gewisse Abwehrkräfte, so daß man nicht bei jedem Kontakt mit solchen Keimen eine Infektion befürchten müsse.
Jedoch sollte man daran denken, daß ein Keim, auch wenn er in einem Wirtsorganismus zunächst nicht pathogen ist, - wenn er in eine andere Umgebung gelangt, besonders in einer Konzentration, die die Abwehrkraft des Körpers übersteigt - durchaus pathogen sein kann.
Die Frage nach den vorbeugenden hygienischen Maßnahmen gegen eine nicht zu verleugnende Infektionsgefahr wird durch die verschiedensten empfohlenen Schutzmaßnahmen beantwortet.
Daß es sich dabei doch mehr oder weniger um Hilfsmaßnahmen handelt, zeigen die geteilten Ansichten über die empfohlenen, noch unvollkommenen Schutzvorkehrungen wie z. B. einer Mund-Nasenmaske aus mehreren Gazelagen, oder in Form der Cardex-Schutzbrille, wie sie neben anderen Autoren LENK und EICHNER (18) empfehlen.
Zwar bildet diese Maßnahme einen gewissen Infektionsschutz für den behandelnden Arzt und gleichzeitig einen Schutz gegen das Bespritzen des Gesichtes und evtl. der Haare (durch Tragen eines Haarschutzes) durch den mit Speichel vermischten Spray, und wird deshalb auch von manchen Autoren als vollkommen genügend und Mittel der Wahl angesehen; TSCHAMER (28) aber sieht die meist üblichen einfachen Mundtücher oder Masken für völlig ungenügend an und meint, daß ein längerdauerndes Arbeiten unter einer einigermaßen schützenden Maske kaum erträglich und durchführbar sein werde.
Wer diesen Versuch schon gemacht hat, wird ihm zustimmen können. Man denke nur an die Sommerhitze und stelle sich eine solche Verschleierung des ganzen Gesichts einschließlich der Haare vor.
Gleicherweise belastend erscheint einem ein Schutz in Form eines Schutzschilds oder -brille vor dem Gesicht, welche zudem nach kürzester Präparationszeit eine klare Sicht nicht mehr ermöglichen.
Falls der Wunsch zur Unterhaltung mit dem Patienten entsteht, muß die Brille erst wie ein Helmvisier hochgeklappt werden, und diese Maßnahme bedeutet wiederum eine Unterbrechung des kontinuierlichen Arbeitens. Aber nicht nur der fragliche Infektionsschutz, der Umstand und die Unannehmlichkeit, die eine derartige Schutzmaßnahme mit sich bringt, sprechen gegen ihre Anwendung, sondern auch das dadurch hervorgerufene "Einschüchterungsmanöver" gegenüber dem Patienten.
So glaubt FUHR (12) einen Großteil der Empfindungen des Patienten beim Airotor-Bohren als Erwartungsschmerz werten zu können. Die "stärkere"

Schmerzempfindung wird seiner Ansicht nach noch durch die "vor Behandlungsbeginn durchgeführten und den Patienten beängstigenden Maßnahmen gesteigert: Anlegen eines Mundschutzes und einer Op. -Mütze für den Zahnarzt. Der Patient wird hierdurch in einen sehr hohen Spannungszustand versetzt, weil diese Vorbereitungen noch völlig ungewohnt sind". Dazu komme das zunächst noch erschreckende Geräusch der Turbine, sowie die Wahrnehmung des Patienten, daß es nach Präparationsbeginn "aus seinem Munde staubt".

Auch andere Möglichkeiten zur Hygienisierung zahnärztlicher Maßnahmen sind zwar bekannt, finden aber bestimmt nur in Einzelfällen Anwendung. Dabei ist an die Beseitigung von Luft- und Staubkeimen im zahnärztlichen Sprechzimmer durch UV-Luftentkeimung gedacht, wie diese von HENNICKE (16) und LHOTSKY (19) empfohlen wird. HENNICKE hält diese Maßnahme für die zahnärztliche Praxis von gleicher Bedeutung wie für den Operationsraum. Er sieht die Anwendung auch für die staubsichere Lagerung bereits sterilisierter Instrumente gegeben. Vor allem für die Lagerung von Kleininstrumenten, wie z. B. der für die Wurzelbehandlung notwendigen, werden UV-Anlagen als Aufbewahrungskammern vorgeschlagen. Doch würden solche erfolgversprechenden Maßnahmen illusorisch, wenn etwa die Helferin das sterile Instrumentarium für eine Wurzelbehandlung auf dem Schwebetisch zurechtlegt, während daneben noch die Turbine als "Keimschleuder" Anwendung findet.

Als Gegenstück zu den geforderten und notwendigen hygienischen Maßnahmen verwundert der Bericht von ZIMMERMANN (32), über die Anwendung der Turbine bei kieferchirurgischen Eingriffen.
Er führte 32 chirurgische Entfernungen impaktierter Zähne, 18 Extraktionen frakturierter Wurzelreste, 9 Wurzelspitzenresektionen, 3 Operationen größerer Oberkieferzysten, zahlreiche Lüftungen und parodontalchirurgische Operationen durch.
Zur Abtragung des Kieferknochens verwendete er ausschließlich den Airotor.

Der zur Kühlung des Knochens dienende Spray wurde von unsterilem und unphysiologischem, ihne Zusätze versehenem Leitungswasser gespeist, was seiner Meinung nach keinen nennenswerten Einfluß auf die Wundheilung zu haben scheint.
Er stellt sogar fest, daß bei Verwendung der Turbine die postoperativen Symptome um 60-80 % geringer waren.
Genaugenommen widersprechen seine Erfolge den Grundsätzen, Forderungen und Feststellungen von WILHELM (30) und MEYER (22) - Turbine als "Keimschleuder" - und denen anderer Autoren.
Bislang ist noch keine Sterilisationsmöglichkeit für das Winkelstück des

Airotors bekannt.
Stellt man sich dann das keimbeladene Winkelstück vor - mit dem z. B. eine Wurzelspitzenamputation eines Zahnes mit chronisch apikaler Parodontitis vorgenommen wurde - so ist wohl eine Keimübertragung auf den nächsten Patienten nicht auszuschließen. Allerdings wird es jetzt von der Abwehranlage abhängen, wie dieser Organismus gegenüber den "eingeschleppten" Keimen reagiert.
Wenn im Normalfall für solche Eingriffe die normale Bohrmaschine mit sterilisiertem Handstück, und zur Kühlung wenigstens physiologische Kochsalzlösung verwendet wird, so sind die Erfolge ZIMMERMANN's, die er trotz der geschilderten Gegebenheiten erzielte, immerhin erstaunlich.

Abgesehen von der Möglichkeit oder Unmöglichkeit, mit welcher chirurgische Eingriffe mit Hilfe der Turbine durchgeführt werden können, müssen wenigstens für die konservierende Behandlung unter Airotoranwendung Maßnahmen zum Schutz der eigenen Gesundheit getroffen werden.
Diese sollten ein Zurückblasen des keimhaltigen Aerosols aus dem Munde des Patienten, was durch die Antriebsluft der Turbine bewirkt wird, von vornherein verhindern. Dieses Material dürfte also garnicht erst das Gesicht des Zahnarztes treffen, oder in den Raum geblasen werden, sondern sollte schon beim Austritt aus dem Munde abgefangen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sollen einen Weg zu diesem Ziel weisen.
Die graphischen Darstellungen über den Befeuchtungsgrad bei Präparationen im Oberkiefer - und Unterkiefer - Frontzahnbereich veranschaulichen den erklärlicherweise größten Sprayrückstoß beim Arbeiten in diesem Gebiet.
Beim Absaugen des zurückprallenden Spray-Speichelgemischs, das in diesem Gebiet, den anatomischen Gegebenheiten entsprechend, am leichtesten möglich ist, zeigt es sich, daß diese Maßnahme in nahezu allen Fällen erfolgreich ist.
Bei richtiger Handhabung (Kanüle senkrecht zum Sprayeinfall) war es möglich, selbst bei einer Versuchsdauer von 120 sec. den Spraynebel aufzufangen und abzusaugen.
(Siehe Versuch Nr. 15/16; 27/28; 75/76; 93/94.)

Selbst wenn bei diesen Experimenten die anatomischen und physiologischen Mund- und Gebißverhältnisse der verschiedenen "Patienten" (großer oder kleiner Mund, lockerer oder straffer Tonus der Muskulatur, Lückengebiß oder vorhandene Diastemen usw.) recht unterschiedlich waren und somit größere Abweichungen der Ergebnisse zu erwarten wären, so sind diese doch nur sehr

gering.
Fehler kommen zustande durch: Falsche Kanüleneinstellung, Wegrücken des Patienten, unbeachtete Flüssigkeitsansammlung im Mundboden, wobei durch die Turbulenz der Antriebsluft größere Wassertropfen aus dem Mund herausgeschleudert werden.
(Siehe Versuch Nr. 3/4; 63/64; 73/74.)
Es muß also darauf geachtet werden, daß bei Präparation im Oberkiefer die sich im Mundboden ansammelnde Flüssigkeit von Zeit zu Zeit abgesaugt wird.

Bei Verwendung des "Nebel-Speichelsaugers" beim Arbeiten im Unterkiefer-Frontzahn- und Prämolarengebiet entfällt diese Maßnahme.

Neben der experimentellen Fehlermöglichkeit kann für die Tatsache einer nahezu vollkommenen Verhütung des Sprayaustritts aus dem Patientenmund der intensive Sog des Absauggerätes verantwortlich gemacht werden. Schließlich wäre leicht vorstellbar, daß ein höherer Befeuchtungsgrad bei einer vorhandenen Lücke oder bestehendem Diastema im Frontzahnbereich bei Präparationsrichtung von palatinal oder lingual (wobei die Sprayrichtung primär gegen den Testfilm weist) zu erwarten ist.

Gegen diese Annahme spricht der Versuch Nr. 93.
Der Patient wies zwischen $\underline{1|}$ und $\underline{|1}$ ein Distema auf; präpariert wurde von palatinal. die Versuchsdauer betrug 120 sec. Der Befeuchtungsgrad konnte, wie die graphische Darstellung (vgl. Abb. 9) zeigt, mit "0" angegeben werden.
Der Vergleichsversuch (Nr. 94, Abb. 9) ohne Absaugung dauerte dagegen nur 30 sec. und zeigt den Befeuchtungsgrad 3 durch Spraynebel.
Die 3 Punkte innerhalb der Säule stellen zusätzlich eine Befeuchtung durch "viele große Spritzer" dar (vgl. Erläuterungen S. 17). Diese wurden durch die Turbulenz des Luftstroms, die an den mesialen Approximalflächen von $\underline{1/1}$ eine Wasseransammlung verursachte, herausgeschleudert.
Beim Versuch Nr. 93 konnten diese großen Wassertropfen samt dem feinen Spraynebel vollständig abgesaugt und somit keine Spritzer auf dem Testfilm sichtbar gemacht werden.
Die Ergebnisse der Versuche ohne Absaugung aus dem Molarenbereich zeigen die starke Reduktion des Sprayanfalls auf dem Testfilm, welche sich auch schon im Prämolarengebiet besonders des Unterkiefers leicht abzeichnet. Die Befeuchtungsgrade sind also in diesen Gebieten schon ohne Anwendung der Absaugvorrichtung niedriger.
Diese Beobachtung läßt sich durch die anatomischen Gegebenheiten leicht erklären.

Die Präparation mit Absaugung in den vier Quadranten des Gebisses von palatinal, lingual, labial, buccal, approximal oder zentral, übte auf den Befeuchtungsgrad keinen entscheidenden Einfluß aus.
Diese Beobachtung darf wohl wiederum auf den intensiven Sog zurückgeführt werden, der bei richtiger Kanüleneinstellung auch einen primär zum Gesicht des Behandlers gerichteten Spray, bewältigte.
Ebenso gelang diese Maßnahme bei jeweils maximaler Spraystärke und kürzester Entfernung (10 cm) des Testfilms vom Patientenmund, unabhängig von seiner Richtung (oben, unten, rechts, links und vor dem Munde des Patienten).
Auch zeigen Präparationen auf der linken oder rechten Gebißseite keine regelmäßigen Unterschiede.
FUHR (13), der an der Mainzer Klinik für Zahn-Mund- und Kieferkrankheiten das gleiche Absauggerät erprobte, stellte fest, daß sich die Absaugung namentlich bei der Behandlung im Oberkiefer-Frontzahnbereich bewährte. Trotz der von ihm bevorzugten maximalen Wasserkühlung sei das Arbeitsfeld sofort wieder übersichtlich. (Dabei handelte es sich offensichtlich um die Präparation für eine prothetische Arbeit.)
"Durch die verschiedenen Ansatzstücke zum Absaugen ist es möglich, sowohl bei Präparationen im Oberkiefer, als auch im Unterkiefer die Pausen zu vermeiden, die durch das Ausspülen der Patienten hervorgerufen werden. Hierdurch wird eine kontinuierliche Behandlung während aller Präparationsvorgänge gewährleistet, was gerade bei schwierigen Stumpfpräparationen, die eine besondere Konzentration des behandelnden Zahnarztes erfordern, einen sehr großen Vorteil darstellt" (FUHR).

Aber nicht nur die Arbeitserleichterung und Zeitersparnis welche die Absaugung in solchen Fällen bringt, spricht für ihre Anwendung, sondern vielmehr der wirksame Gesundheitsschutz den sie dem mit der Turbine arbeitenden Zahnarzt bietet.
Wie von RIETHE (27) und anderen Autoren nachgewiesen wurde, werden nämlich mit dem zurückgeschleuderten Spraynebel Mundhöhlenkeime mitgeschleppt.
Diese gefährden möglicherweise die Gesundheit des Behandlers und führen außerdem zur Verschmutzung des zahnärztlichen Behandlungsplatzes und der bereitgestellten Instrumente.
Soll nun beispielsweise nach dem Turbinenbohren eine Pulpabehandlung erfolgen, so ist diese durch die Verschmutzung und Keimbesiedlung der bereitgestellten sterilen Instrumente nicht unter aseptischen Kautelen durchführbar (MAYER (21), TSCHAMER (28), WILHELM (30), ZIMMERMANN (32)).

Auf diese unhygienische Eigenschaft des zurückgeschleuderten Luft-Flüssigkeitsgemischs welches Mundhöhlenkeime mit sich schleppt macht besonders WILHELM (30) aufmerksam.
Durch die Möglichkeit der Absaugung zeichnet sich ein guter Weg zur Lösung der geschilderten Probleme ab.
Das Absaugen des Spraynebels bereits in der Mundhöhle verdient nach unserer Auffassung den Vorzug vor den genannten anderen Schutzmaßnahmen (Brille, Mundschutz usw.), weil außer der möglichen Gesundheitsgefährdung des Behandlers alle unhygienischen Begleiterscheinungen wirkungsvoll unterbunden werden.
Außerdem entfallen dadurch alle anderen eventuell lästigen Maßnahmen (Säubern der bespritzten Schutzbrille usw.) sowie das häufige Ausspülen des Patienten.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Der beim hochtourigen Bohren und Schleifen aus der Mundhöhle entweichende Spraynebel wurde quantitativ erfaßt.
Er ist bei Präparationen im Frontzahngebiet unabhängig von der Richtung des primären Spraystrahles am stärksten und nimmt bei Behandlungen zum Molarengebiet hin ab.

Mit Hilfe eines Nebelabsaugschrankes (Fa. DÜRR-DENTAL) läßt sich dieser Spraynebel weitgehend, in den meisten Fällen sogar vollkommen beseitigen.

Auf diese Weise kann deshalb nicht nur der im Schrifttum vielfach beschriebenen Gesundheitsgefährdung des Behandlers vorgebeugt werden, vielmehr wird auch die in hygienischer Hinsicht sehr problematische Verschmutzung und Keimbesiedlung des zahnärztlichen Behandlungsplatzes wirkungsvoll vermieden.

Für die praktische Zahnheilkunde ergibt sich aus diesen bisher noch nicht beschriebenen experimentellen Befunden, daß das "Hygieneproblem" des Airotorsprays über die Absaugung gelöst werden kann.

VII. SCHRIFTTUM

1. ALBRECHT, J., RIETHE, P. und v. WASIELEWSKI, E.
   Über die Infektionsmöglichkeit bei der Anwendung des Nondolor-Gerätes, Luftbläsers und Wassersprays.
   Zahnärztl. Welt 8, 333 (1953)

2. ALBRECHT, J., RIETHE, P. und v. WASIELEWSKI, E.
   Über die Infektionsmöglichkeit durch Bohrstaub.
   Zahnärztl. Welt 9, 599 (1954)

3. ARNOLD, W.H.
   Gedanken eines Praktikers zum Turbinengerät.
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 834 (1961)

4. BODENMÜLLER, T.J. und CASTAGNOLA, L.
   Kavitätenpräparation mit dem Body-Spray.
   Schweiz. Mschr. Zahnk. 64, 109 (1954)

5. BRAUNS, E.
   Sedative Behandlung durch Spraykühlung.
   Zahnärztl. Welt/Reform 59, 103 (1958)

6. DAUSCH, H.
   Zur Frage der Feucht- oder Trockenpräparation des vitalen Zahnes.
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 10, 75 (1955)

7. DRUM, W.
   Kollegialitätstest 30000 Touren Auswertungsbericht
   Quintessenz 10, 25 (1959)

8. EICHNER, K.
   Untersuchungen zum hochtourigen Bohren und Schleifen.
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, 591 (1959)

9. EICHNER, K.

Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen zum hoch- und höchsttourigen Bohren und Schleifen.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 15, 192 (1960)

10. EICHNER, K.

Normal, hoch- und höchsttouriges Bohren und Schleifen.
Wissenschaftliche Untersuchungen und Klinische Folgerungen, II. Teil.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18, 113 (1963)

11. FUHR, K.

Die klinische Erprobung der Siemens-Sirona-Versuchsturbine.

Zahnärztl. Welt/Reform 58, 635 (1958)

12. FUHR, K.

Kavitätenpräparationen mit höchsten Drehzahlen.
(3. Teil: Die Technik der Präparation)

Zahnärztl. Praxis 10, 157 (1959)

13. FUHR, K.

Zusammenfassende Darstellung unserer Erfahrungen mit den Schnellstlaufgeräten.

Zahnärztl. Welt/Reform 63, 244 (1962)

14. HENNICKE, A.

Gedanken zur Hygienisierung zahnärztlicher Maßnahmen.

Zahnärztl. Welt/Reform 61, 722 (1960)

15. HOLSTEIN, E.

Die Berufskrankheiten des Zahnarztes.

Dtsch. Stomatologie 7, 233 (1957)

16. HOFMANN, M.

Die Temperaturentwicklung im Pulpenkavum beim Beschleifen der Zähne.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, 472 (1959)

17. KLOS, H. und ROTTKE, R.

Experimentelle Untersuchungen zum Temperaturproblem beim höchsttourigen Bohren und Schleifen mit Turbinengeräten.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 15, 1659 (1960)

18. LENK, V. und EICHNER, K.

Experimentelle Untersuchungen zur Hygiene bei dem hoch- und höchsttourigen Bohren und Schleifen.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18, 118 (1963)

19. LHOTSKY, B.

Erfolgreiche Praxis

Blätter für Zahnhk. 23, 64 (1962)

20. MAEGLIN, B.

Rückblick auf die vergangenen 25 Jahre konservierender Zahnheilkunde in Basel.

Schweiz. Mschr. Zahnhk. 71, 432 (1961)

21. MAYER, A.

Beurteilung der Turbine auf Grund von praktischen Erfahrungen.

Zahnärztl. Mitt. 47, 344 (1959)

22. MEYER, H.

Turbine und Hygiene

Zahnärztl. Mitt. 47, 593 (1959)

23. MÜHLEMANN, H.R. und RATEITSCHAK, K.H.

Airotor-Pulpen

Zahnärztl. Rdsch. 68, 307 (1959)

24. MÜNCH, F.C.

Sind Turbinen-, Bohr- und Schleifgeräte für höchsttouriges Präparieren der Zahnhartsubstanzen praktisch unentbehrlich und weder zu übertreffen noch zu ersetzen?

Dtsch. Zahnärztebl. 14, 462 (1960)

25. PARTSCH, C.J. und EICHNER, K.

Frequenzanalytische Untersuchungen über den Lärm der Turbinengeräte und ihren Einfluß auf das Hörvermögen.

Zahnärztl. Rdsch. 69, 45 (1960)

26. POLMAN-MOOY, A.C. Temperaturmessungen in Zahnhartsubstanzen beim normal-, hoch- und höchsttourigen Schleifen.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18, 130 (1963)

27. RIETHE, P. Über die Infektionsmöglichkeit bei der Anwendung von luftgetriebenen Schnellstlaufgeräten.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 15, 353 (1960)

28. TSCHAMER, H. Überblick über die Gefahren einer gesundheitlichen Schädigung des Zahnarztes durch seinen Beruf unter besonderer Berücksichtigung der Infektionsgefährdung bei der Verwendung höchsttouriger Bohrmaschinen.

Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 1233(1961)

29. WANNENMACHER, E. Hautpflege und Augenschutz.

Dtsch. Zahnärztebl. 13, 120 (1959)

30. WILHELM, K. Die Probleme des Bohrens mit hoch- und höchsttourigen Geräten.

Zahnärztl. Welt/Reform 61, 184 (1960)

31. WOLFF, U. Die Infektionsgefahr in der zahnärztlichen Praxis.

Blätter für Zahnhk. 22, 115 (1961)

32. ZIMMERMANN, J. Die Anwendung des Airotors bei kieferchirurgischen Eingriffen.

Zahnärztl. Rdsch. 70, 311 (1961)

Zum Schluß der Arbeit erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. A. Kröncke für die Überlassung des interessanten Themas und für seine Anleitung zu dieser Arbeit zu danken.

Der Firma DÜRR - DENTAL in Bietigheim, danke ich für die freundliche leihweise Überlassung des Nebelabsaugschranks.

Lebenslauf

Am 17.5.1937 wurde ich, Kurt Gotthilf Zweigart, als Sohn des Gotthilf Zweigart und seiner Ehefrau Ernestine geb. Kaufmann in Stuttgart geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule (1943-1948) in Aidlingen/b. Böbl., trat ich im Herbst 1948 in das Goldberg-Gymnasium Böblingen ein.

Im Frühjahr 1954 wechselte ich an das Gymnasium Korntal über, wo ich 1957 das Abitur bestand.

Im Sommersemester 1957 wurde ich zum Studium der Zahnheilkunde an der Eberhard-Karls Universität Tübingen immatrikuliert.

Ab Sommersemester 1959 studierte ich an der Johannes-Gutenberg Universitat in Mainz. Die Folgen eines schweren Unfalls zwangen mich, das Physikum erst nach einem weiteren Jahr (31.10.1960) dort abzulegen.

Nach 5 klinischen Semestern an der Universität Tübingen erhielt ich nach bestandenem Staatsexamen am 24. Juni 1963 die Approbation als Zahnarzt.